



Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets

Veröffentlichungsnummer:

**0 208 983  
A1**

## EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

Anmeldenummer: 86108926.8

Int. Cl.: **C 06 B 21/00, C 06 B 45/10**

Anmeldetag: 01.07.88

Priorität: 04.07.85 DE 3523953

Veröffentlichungstag der Anmeldung: 21.01.87  
Patentblatt 87/4

Benannte Vertragsstaaten: BE CH DE FR GB IT LI SE

Anmelder: Fraunhofer-Gesellschaft zur Förderung der  
angewandten Forschung e.V., Leonrodstrasse 54,  
D-8000 München 19 (DE)

Erfinder: Klöhn, Wolfgang, Dr., Stufelweg 9,  
D-7507 Pfinztal 2 (DE)  
Erfinder: Schubert, Hilmar, Dr., Dahlienweg 6,  
D-7519 Walzbachtal (DE)  
Erfinder: Müller, Dieter, Gehmstrasse 29,  
D-7505 Ettlingen (DE)  
Erfinder: Elzele, Siegfried, Im Rodel 12,  
D-7500 Karlsruhe 41 (DE)

Vertreter: Dr.-Ing. Hans Lichtl Dipl.-Ing. Holner Lichtl  
Dipl.-Phys. Dr. Jost Lempert,  
Postfach 41 07 60 Durlacher Strasse 31,  
D-7500 Karlsruhe 41 (DE)

Verfahren und Vorrichtung zur Herstellung von Festtreibstoffen.

Bei der Herstellung von Festtreibstoffen, z.B. Composite-, Staustrahltriebwerke o. dgl., die aus wenigstens einem pulverförmigen Oxidator, z.B. Ammoniumperchlorat, einem Prepolymer-Binder als Brennstoff, gegebenenfalls weiteren festen Brennstoffen und Additiven bestehen, lassen sich nicht-gießfähige Mischungen mit einer Viskosität  $\geq 1000$  Pa.s dadurch zu geformten Treibstoffen verarbeiten, daß die Komponenten in einem Knetzer unter Vakuum gemischt, der Härter für den Binder unter weiterem Mischen zugegeben und die fertige Mischung unmittelbar aus dem Knetzer in eine Treibsatzform gegen einen Gegendruck extrudiert wird.

EP 0 208 983 A1

0208983

PATENTANWÄLTE

DR. ING. HANS LICHTI

DIPL.-ING. HEINER LICHTI

DIPL.-PHYS. DR. RER. NAT. JOST LEMPERT

D-7500 KARLSRUHE 41 (GRÖTZINGEN)  
DURLACHER STRASSE 31  
TEL.: (07 21) 4 85 11

8198/86

27. Juni 1986

Fraunhofer-Gesellschaft  
zur Förderung der  
angewandten Forschung e.V.  
Leonrodstr. 54

D - 8000 München 19

Verfahren und Vorrichtung zur  
Herstellung von Festtreibstoffen  
-----

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung von  
Festtreibstoffen, z. B. Composite-, Staustrahltriebstoffe  
o. dgl., bestehend aus wenigstens einem pulverförmigen  
Oxidator, z. B. Ammoniumperchlorat, einem Prepolymer-  
5 Binder als Brennstoff, gegebenenfalls weiteren festen  
Brennstoffen und Additiven, wie Weichmacher, Stabilisatoren,  
Abbrandmoderatoren etc, indem die vorgenannten Komponenten  
gemischt und unter Zusatz eines Härters zu Treibsätzen ge-  
formt werden. Ferner ist die Erfindung auf eine Vorrichtung  
10 zur Durchführung des Verfahrens gerichtet.

Composite-Festtreibstoffe mit Ammoniumperchlorat und  
Aluminium als Feststoffen sowie flüssigen Prepolymer-  
Bindern, wie Polybutadienen mit endständigen Hydroxyl-  
15 gruppen, werden nach dem Mischvorgang bei erhöhten  
Temperaturen in einem Vakuum-Gießverfahren in Formen  
oder Brennkammern vergossen. Durch Zugabe von Diiso-  
cyanat-Härtern werden die vergossenen Treibstoffmassen  
zu viskoelastischen Treibsätzen ausgehärtet. Dieses Treib-  
20 satz-Herstellungsverfahren hat sich für viele Standard-  
Festtreibstoffe ausgezeichnet bewährt.

Als Voraussetzung für das Vakuum-Gießverfahren müssen aller-  
dings Treibstoffmassen mit Viskositäten von ca. 200 bis

kl

1000 Pa.s vorliegen, damit die zu vergießenden Massen aus dem Vorratsbehälter vollständig in die Gießformen oder Brennkammern ausfließen und sich noch einwandfrei verteilen können. Man kann die Verarbeitung von zäh fließenden Treibstoffen auch dadurch erleichtern, daß man mittels  
5 eines auf dem Vorratsbehälter aufliegenden Deckels den Treibstoff pneumatisch oder hydraulisch in die Brennkammer hineindrückt und durch Vibration der oft thixotropen Massen eine gleichmäßige Verteilung verursacht.

10 Diese Arbeitsweise führt in zahlreichen Fällen zu befriedigenden Ergebnissen bei Treibstoffen mit Feststoffanteilen von 80 % bis 92 %. Die erforderliche Gießfähigkeit kann aber nur dann verwirklicht werden, wenn die Feststoff-Anteile  
15 in bestimmten Ausfallkörnungen vorliegen. Von der mittleren Korngröße des Ammoniumperchlorats sind nun aber in hohem Maß die Abbrandgeschwindigkeit und andere ballistische Eigenschaften des Treibstoffs abhängig (US-PS 3 954 526).

20 Wenn z. B. die mittlere Korngröße des Ammoniumperchlorats von 200  $\mu$ m auf 2  $\mu$ m reduziert wird, kann die Abbrandgeschwindigkeit auf 8 - 10fache Werte gesteigert werden. Damit ist aber zugleich ein starker Anstieg der Viskosität der Treibstoffmasse verknüpft, so daß diese sich nicht  
25 mehr vergießen läßt.

Eine weitere Voraussetzung für die Erzielung einer guten Gießfähigkeit des fertig gemischten Treibstoffs ist die Auswahl eines Prepolymers mit möglichst niedriger Ausgangsviskosität. Ein Beispiel hierfür kann in dem  
30 Produkt "Arco R 45M"<sup>(R)</sup> (Erzeugnis der Arco Chemical, New York..), einem Polybutadien-Prepolymer mit endständigen Hydroxylgruppen mit einer Viskosität von 0,5 Pa.s bei 30°C gesehen werden. Wegen seiner niedrigen Viskosität  
35 hat sich dieses Prepolymer gegenüber vergleichbaren Prepolymeren erfolgreich durchsetzen können.

Andere Bindertypen mit höheren Viskositäten lassen sich mit dem beschriebenen Herstellungsverfahren nicht verarbeiten, obwohl die damit ausgehärteten Treibstoffe interessante mechanische Eigenschaften zeigen würden.

- 5 Als Beispiel sei auf ein Polybutadien-Acrylnitril-Prepolymer mit endständigen Hydroxylgruppen hingewiesen, das einen Acrylnitrilgehalt von 17 % und eine Ausgangsviskosität von 140 Pa.s bei 27°C aufweist. Diese Prepolymere würden sich als Binder für Treibstoffe hervorragend  
10 eignen, da über die vorhandenen Nitrilgruppen vorzügliche Hafteigenschaften zwischen dem Polymer-Binder und dem Feststoffkorn vermittelt werden. Für die Verarbeitung nach dem Vakuum-Gießverfahren wären diese Binder aber nicht geeignet. Weitere Beispiele sind die Polybutadien  
15 Acrylnitril-Prepolymere mit endständigen Carboxylgruppen und mit Acrylnitrilgehalten zwischen 10 % und 26 %, deren Viskositäten zwischen 60 und 570 Pa.s variieren.

- Als weiteres Beispiel zäher Treibstoffe sei auf die Treibstoffe für Staustrahlantriebe auf Bor-Basis hingewiesen.  
20 Das zum Einsatz kommende Bor weist Korngrößen im Bereich  $\leq 1 \mu\text{m}$  auf und ist deshalb wegen der Gießfähigkeits-Grenze nur in niedrigen Konzentrationen im Treibstoff zu verarbeiten. Man hat diese Schwierigkeiten durch Einsatz des Bors in  
25 granulierter Form umgangen. Bis jetzt konnte diese Lösung aber auch nicht befriedigen. Bei hohen Bor-Anteilen versagt auch dieses Verfahren.

- Die aufgeführten Beispiele machen deutlich, daß die Gießfähigkeit von Treibstoffmischungen an bestimmte Eigenschaften der Ausgangskomponenten gebunden ist und damit die Entwicklung von Treibstoffen mit speziellen ballistischen und mechanischen Eigenschaften und einer großen Abbrandgeschwindigkeit an ihrer mangelnden Verarbeitbarkeit scheitert.  
30

- 35 Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren und

eine zu seiner Durchführung bestimmte Vorrichtung zu schaffen, mit deren Hilfe Treibstoffmischungen zu festen Treibsätzen verarbeitet werden können, bei denen die festen Ausgangskomponenten kleine Korngröße und/oder die  
5 Prepolymer-Binder hohe Viskosität aufweisen.

Ausgehend von dem eingangs genannten Verfahren wird diese Aufgabe erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß zur Verarbeitung von nicht gießfähigen Treibstoffmischungen mit einer  
10 Viskosität  $\geq 1000$  Pa.s die Komponenten in einem Knetter unter Vakuum gemischt, der Härter der Mischung unter weiterem Mischen zugegeben und die fertige Mischung unmittelbar aus dem Knetter in eine Treibstoffform gegen einen Gegendruck extrudiert wird.

15 Die hohe Viskosität der Treibstoffmischung erlaubt den Einsatz sowohl feiner und feinsten Körnungen der festen Ausgangskomponenten, z. B. der Oxidatoren, wie Ammoniumperchlorat, oder eventueller fester Brennstoffe, wie  
20 Aluminium, Bor o. dgl., als auch von hochviskosen Bindertypen mit verbesserten mechanischen Eigenschaften. Durch das Mischen im Knetter werden die Feststoffe mit den viskosen Prepolymeren intensiv homogenisiert, wobei das Mischen bei erhöhter Temperatur erfolgen kann. Das Mischen unter Vakuum  
25 vermindert einerseits das Sicherheitsrisiko, andererseits wird die pastöse bis teigige Masse ständig entlüftet. Die homogenisierte Mischung mit dem Härter wird unmittelbar aus dem Knetter herausgedrückt und satzweise in die Treibstoffform gepreßt, wobei zur Verbesserung der Formfülligkeit und zur Vermeidung von Lufteinschlüssen das Auspressen gegen einen geeignet hohen Gegendruck erfolgt, der sich unter allmählichem Füllen der Form abbaut. Damit  
30 lassen sich Composite-Treibstoffe mit hohem Anteil an ultrafeinem Oxidator, z. B. Ammoniumperchlorat, wie auch  
35 Staustrahltriebstoffe mit hohen, feindispersen Borkonzentrationen herstellen.

Weitere Ausführungsbeispiele des erfindungsgemäßen Verfahrens sind in den Ansprüchen 2 bis 12 gekennzeichnet.

5 Zur Durchführung des Verfahrens schlägt die Erfindung eine Vorrichtung vor, die sich auszeichnet durch einen Horizontalkneter mit einem an Vakuum anschließbaren Knet-  
trog und horizontal angeordneten, ineinander greifenden  
Knetschaufeln, eine am Boden des Knettroggs angeordnete  
10 Austragsschnecke und eine an deren Ausgang angeschlossene Treibsatzform, deren Formvolumen in der Ausgangslage annähernd null ist und unter Wirkung des Förderdrucks der Austragsschnecke sowie unter Aufrechterhaltung eines Gegendrucks bis zum gewünschten Formvolumen vergrößerbar ist.

15 Die Verarbeitung der Treibstoffkomponenten erfolgt somit chargenweise in einem geschlossenen System. Dadurch, daß die Treibsatzform erst beim Austragen ihr Formvolumen allmählich freigibt, ergibt sich ein absolut lunkerfreier  
20 Formkörper. Eine besonders gute Homogenisierung ergibt sich dann, wenn die Knetschaufeln gegenläufig und mit verschiedener Drehzahl umlaufen.

25 Gemäß einem bevorzugten Ausführungsbeispiel ist vorgesehen, daß die Austragsschnecke während des Befüllens des Kneters und während des Knetvorgangs mit der Austragsbewegung entgegengesetztem Drehsinn umläuft. Mit dieser Ausbildung wird verhindert, daß die Treibstoffkomponenten während der Herstellung der Mischung in die Austragsschnecke gelangen.  
30 Zugleich bildet die Austragsschnecke den Verschluß des Knettroggs.

35 Die bei Versuchen verwendete Vorrichtung besaß einen Knettrog von 7 Litern Nutzinhalt mit zwei horizontal angeordneten Knetschaufeln, die tief ineinander greifen, sich gegenseitig abstreifen und in einem Drehzahl-Verhältnis von 2 : 1 umlaufen. Sie bewirken im Knetgut

hohe Friktionen, die eine intensive Homogenisierung der Feststoffe mit den flüssigen Prepolymeren bewirken. Der Knettrog besitzt einen Doppelmantel zur Heizung mit Wasser während des Knetprozesses. Der Knetter ist zum Betrieb im Vakuum eingerichtet, das über Anschlüsse am Trogdeckel von einer Drehschieberpumpe erzeugt wird. Der Antrieb der Knetschaufeln erfolgt hydrostatisch mit einem Radialkolbenmotor mit stufenlos einstellbarer Drehzahl von 0 bis 40 min<sup>-1</sup>.

Nach Beendigung des Mischvorgangs gelangt die zähe Treibstoffpaste in die Austragsschnecke, die über ein Rohr mit einer als Form dienenden Brennkammer verbunden ist. Die Drehzahl der Austragsschnecke mit progressiver Steigung kann ebenfalls von 0 bis 20 min<sup>-1</sup> stufenlos eingestellt werden. Die Regelpumpen zum Antrieb der Radialkolbenmotore für Knetschaufeln und Austragsschnecke können in einem separaten Raum untergebracht werden.

#### Beispiel 1

In diesem Beispiel ist die Verfahrensweise bei der Herstellung von Treibstoffen und das Einfüllen in Brennkammern beschrieben.

#### 25 TREIBSTOFFZUSAMMENSETZUNG

	Ammoniumperchlorat (dm = 7,5 µm)	22,00 %
	Ammoniumperchlorat (dm = 1,8 µm)	46,00 %
	Aluminium (metallischer Brennstoff)	20,00 %
30	Polybutadien-Acrylnitril-Prepolymer (HTBN)	6,65 %
	Hexantriol (Vernetzer)	0,11 %
	Phenyl-β-Naphthylamin (Stabilisator)	1,00 %
	Diocetyladipat (Weichmacher)	2,00 %
35	Lecithin (Benetzungsmittel)	0,20 %
	Tepanol <sup>(R)</sup> (Haftvermittler)	0,30 %

0208983

- 7 -

Eisenoxid $\text{Fe}_2\text{O}_3$	(Abbrandmoderator)	1,00 %
Isophorondiisocyanat	(Härter)	0,74 %
Triphenylwismut	(Beschleuniger)	0,005 % (zusätzlich)

5 In den Mischer wird bei 50° C eine Vormischung des Binders mit dem Weichmacher, Stabilisator, Benetzungsmittel, Haftvermittler, Abbrandmoderator und Aluminium eingefüllt und geknetet. Nach Zugabe der beiden Ammoniumperchlorat-

10 Sorten in mehreren Portionen wird ca. 1 Stunde geknetet, bis die Feststoffe gleichmäßig mit dem Binder überzogen und homogenisiert sind. Während dieser Zeit läuft die Austragsschnecke gegen ihre Förderrichtung um, damit kein Material in den Schneckenraum gelangt. Ober einen Regelkreis wird das Vakuum langsam auf ca. 10 mbar gefahren, um die

15 Luft aus dem Knetgut zu entfernen. Nach Beendigung des Knetvorgangs wird das Vakuum aufgehoben und über einen Vorratstrichter der Härter in die laufende Maschine zugegeben. Die Einmischung des Härters erfordert weitere 20 Minuten , während das Vakuum wieder auf 10 mbar erhöht wird. Die fertig gemischte Treibstoffpaste wird nach Umkehr der Drehrichtung in die Förderschnecke eingeführt.

25 Am Ausgang der Förderschnecke befindet sich ein hydraulisch zu betätigendes Ventil und anschließend eine angeflanschte Brennkammer oder Treibsatzform. Wenn das Ventil geöffnet wird, kann die Treibstoffmasse in die isolierte Brennkammer gegen einen Bremszylinder extrudiert werden. Durch den in die Form geförderten Treibstoff wird der Kolben herausgedrückt und das Kammervolumen aufgefüllt. Die Treibstoff-

30 masse läßt sich auf diese Weise sehr gleichmäßig verteilen.

#### Beispiel 2

35 In gleicher Weise wurde ein Staustahl-Treibstoff der folgenden Zusammensetzung hergestellt und extrudiert:

Bor (amorph; $d_m = 1 \mu\text{m}$ )	50,00 %
Magnesium ( $d_m = 10 \mu\text{m}$ )	3,00 %



	Ammoniumperchlorat (dm = 7,5 µm)	25,00 %
	Polybutadien-Prepolymer (HTPB)	10,53 %
	Isodecylpelargonat (Weichmacher)	8,40 %
	Isophorondiisocyanat (Härter)	0,87 %
5	Phenyl-8-Naphthylamin (Stabilisator)	1,00 %
	Kupferchromit (Abbrandmoderator)	1,00 %
	Lecithin (Benetzungsmittel)	0,20 %

10 Nachstehend ist die Erfindung anhand eines in der Zeichnung im Längsschnitt wiedergegebenen Ausführungsbeispiels der Erfindung beschrieben.

15 Die Vorrichtung weist einen Knetter 1 mit einem Knettrog 2 und einem Deckel 3 auf. Der Knettrog 2 ist über eine Leitung 4 an eine Vakuumpumpe anschließbar und kann über ein Ventil 5 belüftet werden.

20 In dem Knettrog 2 sind nebeneinander zwei Wellen 6 angeordnet, die mit Knetschaufeln 7 derart ausgestattet sind, daß die Knetschaufeln auf benachbarten Wellen tief ineinander eingreifen. Die Kneterwelle 6 ist bei 8 nach außen geführt und an einen nicht gezeigten Antrieb angekuppelt.

25 Unmittelbar oberhalb des Bodens des Knettrogs 2 ist eine Austragschnecke 9 angeordnet, die an der einen Seite des Knettrogs herausgeführt und bei 10 an einen nicht gezeigten Antrieb angekuppelt ist. Dieser Antrieb ist reversierbar. An der gegenüberliegenden Seite ist an  
30 den Knettrog 2 ein vorzugsweise zylindrisches Gehäuse 11 angeflanscht, in das die Austragschnecke 9 hineinragt. Das Gehäuse 11 weist an seinem Ende einen Formkopf 12 auf.

35 Auf den Formkopf 12 bzw. einen Teil des Schneckengehäuses 11 ist eine Treibsatzform 13 verschiebbar aufgesetzt. Die

Treibsatzform 13 ist über eine Kolbenstange 14 an den Kolben 15 eines Pneumatikzylinders 16 angeschlossen, der seinerseits über einen Druckregler 17 mit einer nicht gezeigten Druckluftwelle verbunden ist.

- 5 Nach Aufgabe der Komponenten in den Knetter 1 wird die Verbindung zur Vakuumpumpe 4 geöffnet. Die Knetschaufeln 7 auf den paarweise angeordneten Wellen 6 sorgen für eine intensive und knetende Durchmischung der Komponenten.
- 10 Während dieses Vorgangs läuft die Austragschnecke 9 mit umgekehrtem Drehsinn um, so daß die Mischung in den Knetter zurückgedrängt wird. Ist eine ausreichendere Homogenisierung des Materials erreicht, so wird bei weiterlaufenden Knetschaufeln 7 der Antrieb bei 10 reversiert,
- 15 so daß die Austragschnecke 9 in umgekehrter Richtung umläuft und die Mischung in das Gehäuse 11 und durch das Formstück 12 in die Treibsatzform 13 austrägt. Dieses steht unter Wirkung des Gegendrucks des Pneumatikzylinders 16 und verschiebt sich auf dem Gehäuse 11 - in der Zeichnung
- 20 nach links - nur in dem Maße, wie die Treibsatzform gefüllt wird. Nach einem Arbeitszyklus ist die Treibsatzform soweit zurückgedrängt worden, bis die gewünschte Länge des Treibsatzes in der Treibsatzform erreicht ist und die Form abgenommen werden kann.
- 25 Beim gezeigten Ausführungsbeispiel ist die Treibsatzform als einseitig geschlossener Zylinder ausgebildet, an dessen Boden 18 die Kolbenstange 14 mit einem Kopf 19 lose angreift. Die Form kann unmittelbar die Isolations-
- 30 hülle eines fertigen Treibsatzes bilden.

- Stattdessen kann die Treibsatzform 13 auch als beidseitig offener Zylinder ausgebildet und an ihrem einen Ende durch einen verschiebbaren Boden geschlossen sein, an dem
- 35 dann die Kolbenstange angreift. Gegebenenfalls kann auch das Druckstück 19 diesen verschiebbaren Boden bilden.

0208983

- 10 -

Diese Ausbildung gibt insbesondere die Möglichkeit, den Treibsatz mittels des Bodens wieder aus der Form herauszudrücken oder aber den offenen Zylinder durch einen anderen Boden nachträglich zu verschließen.

0208983

PATENTANWÄLTE

DR. ING. HANS LICHTI

DIPL.-ING. HEINER LICHTI

DIPL.-PHYS. DR. RER. NAT. JOST LEMPERT

D-7500 KARLSRUHE 41 (GRÖTZINGEN)

DURLACHER STRASSE 31

TEL.: (07 21) 46511

8198/86

27. Juni 1986

Fraunhofer-Gesellschaft  
zur Förderung der  
angewandten Forschung e.V.  
Leonrodstr. 54  
D - 8000 München 19

#### P a t e n t a n s p r ü c h e

1. Verfahren zur Herstellung von Festtreibstoffen, z. B. Composite-, Staustrahltriebstoffe o. dgl., bestehend aus wenigstens einem pulverförmigen Oxidator, z. B. Ammoniumperchlorat, einem Prepolymer-Binder als Brennstoff, gegebenenfalls weiteren festen Brennstoffen und Additiven, wie Weichmacher, Stabilisatoren, Abbrandmoderatoren etc., indem die vorgenannten Komponenten gemischt und unter Zusatz eines Härters zu Treibsätzen geformt werden,
  - 5
  - 10
  - 15
- dadurch gekennzeichnet, daß zur Verarbeitung von nicht gießfähigen Mischungen mit einer Viskosität  $\geq 1000$  Pa.s die Komponenten in einem Knetter unter Vakuum gemischt, der Härter der Mischung unter weiterem Mischen zugegeben und die fertige Mischung unmittelbar aus dem Knetter in eine Treibstoffform gegen einen Gegendruck extrudiert wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1 zur Herstellung eines Composite-Treibstoffs, dadurch gekennzeichnet, daß als Oxidatoren Ammoniumperchlorat oder Ammoniumnitrat und als weitere
- 20

0208983

- 2 -

energiereiche Feststoffe Cyclotrimethylentrinitramin (RDX), Cyclotetramethylentetranitramin (HMX), Nitroguanidin (NQ) oder Pentaerythrittetranitrat (PETN) allein oder in Mischung eingesetzt werden.

5

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß als metallische Brennstoffe Aluminium, Magnesium, Bor oder Zirkon allein oder in Mischung verwendet werden.

10

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß als Binder hochviskose bis pastenförmige Polybutadien-Prepolymere verwendet werden.

- 15 5. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß als Binder Polybutadien-Prepolymere mit endständigen Hydroxyl-, Carboxyl-, Isocyanat-, Amino- oder Vinylgruppen verwendet und durch zwei- und dreiwertige Härtungsmittel oder durch Initiatoren zu visko-elastischen Composite-Treibstoffen ausgehärtet werden.

20

6. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß als Binder Polybutadien-Acrylnitril-Prepolymere mit endständigen Carboxyl-, Hydroxyl-, Isocyanat-,  
25 Amino- oder Vinyl-Gruppen verwendet und durch zwei- und dreiwertige Härtungsmittel oder durch Initiatoren zu visko-elastischen Composite-Treibstoffen ausgehärtet werden.

- 30 7. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß als Binder Polyester-, Polyether-, Polytetrahydrofuran- oder Polycaprolacton-Prepolymere mit endständigen Hydroxylgruppen verwendet werden.

- 35 8. Verfahren nach Anspruch 1 zur Herstellung fester Staustrahltriebwerke, dadurch gekennzeichnet, daß als

- 3 -

Oxidator Ammoniumperchlorat und als weiterer energiereicher Feststoff Cyclotrimethylentrinitramin (RDX) oder Cyclotetramethylentetranitramin (HMX) allein oder in Mischung in Anteilen von  $\leq 35$  % verwendet werden.

5

9. Verfahren nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß als metallische Brennstoffe Bor, Aluminium, Magnesium oder Zirkon allein oder in Mischung in Anteilen von 30 % bis 70 % verwendet werden.

10

10. Verfahren nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß als Binder hochviskose bis pastenförmige Polybutadien-Prepolymere verwendet werden.

- 15 11. Verfahren nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß Polybutadien-Prepolymere mit endständigen Hydroxyl-, Carboxyl-, Isocyanat-, Amino- oder Vinylgruppen verwendet und durch zwei- und dreiwertige Härtungsmittel oder durch Initiatoren zu visko-elastischen Staustrahl-treibstoffen ausgehärtet werden.

20

12. Verfahren nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß Polybutadien-Acrylnitril-Prepolymere mit endständigen Carboxyl-, Hydroxyl-, Isocyanat-, Amino- oder Vinyl-Gruppen verwendet und durch zwei- oder dreiwertige Härtungsmittel oder durch Initiatoren zu visko-elastischen Staustrahl-treibstoffen ausgehärtet werden.

25

- 30 13. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 12, gekennzeichnet durch einen Horizontalkneter (1) mit einem an Vakuum anschließbaren Knettrog (2) und horizontal angeordneten, ineinander greifenden Knetschaufeln (7), eine am
- 35 Boden des Knettrogs angeordnete Austragsschnecke (9) und eine an deren Ausgang angeschlossene Treibsatzform (13), deren Formvolumen in der Ausgangslage an-

nähernd null ist und unter Wirkung des Förderdrucks der Austragsschnecke sowie unter Aufrechterhaltung eines Gegendrucks bis zum gewünschten Formvolumen vergrößerbar ist.

5

14. Vorrichtung nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, daß die Knetschaufeln (7) gegenläufig und mit verschiedener Drehzahl angetrieben sind.

10

15. Vorrichtung nach Anspruch 12 oder 14, dadurch gekennzeichnet, daß die Austragsschnecke (9) während des Befüllens des Kneters (1) und während des Knetvorgangs mit der Austragsbewegung entgegengesetztem Drehsinn umläuft.

15

16. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 13 bis 15, dadurch gekennzeichnet, daß die Treibsatzform (13) als Brennkammer eines Treibsatzes ausgebildet ist.

20

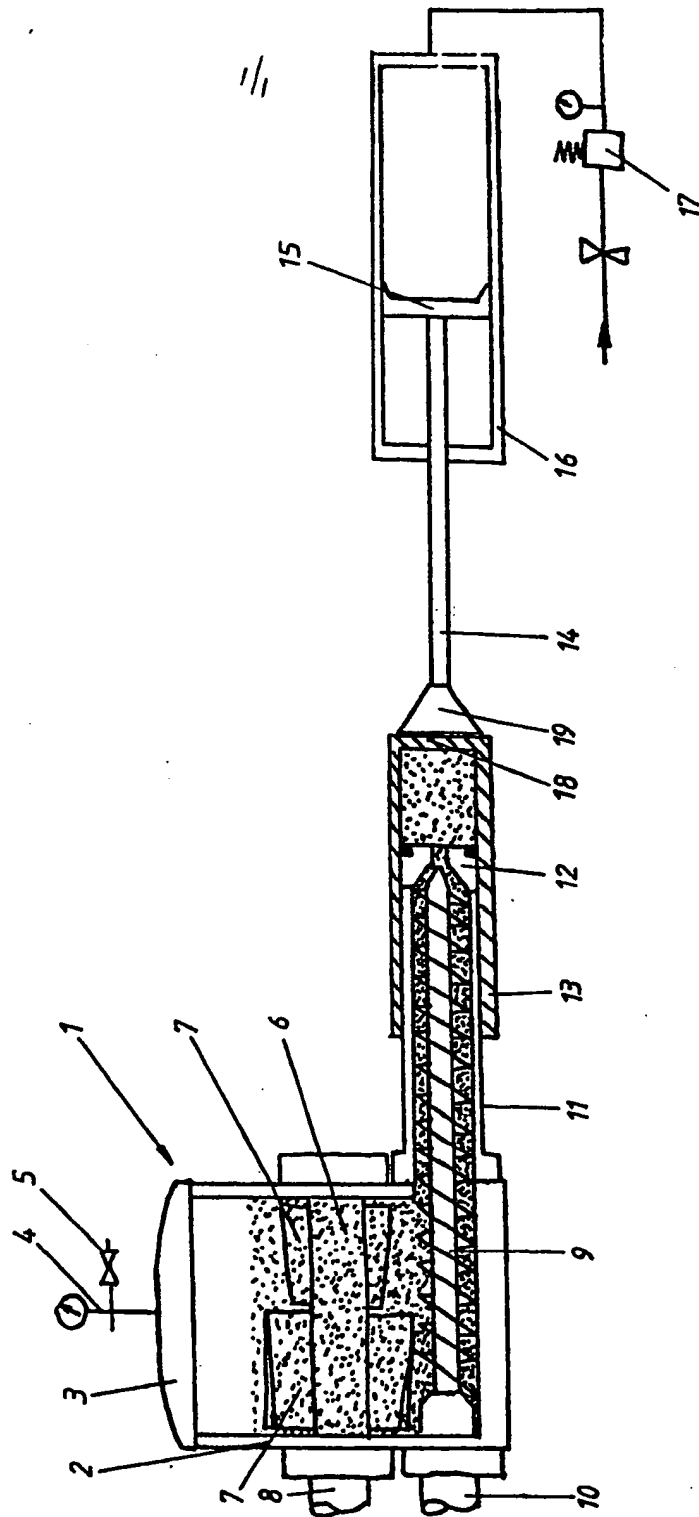
17. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 13 bis 16, dadurch gekennzeichnet, daß die Treibsatzform (13) topfförmig ausgebildet ist, das Gehäuse (11) der Austragsschnecke (9) vom Austragsende her überprüft, auf dem Gehäuse geführt und an einen den Gegendruck erzeugenden Druckmittelzylinder (15, 16) abgestützt ist.

25

18. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 13 - 16, dadurch gekennzeichnet, daß die Treibsatzform (13) topfförmig mit einem kolbenartig verschiebbaren Boden ausgebildet und mit dem Gehäuse (11) der Austragschnecke (9) verbunden ist und daß der Boden der Treibsatzform an einen den Gegendruck erzeugenden Druckmittelzylinder angeschlossen ist.

30

0208983







## EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

0208983

**Nummer der Anmeldung**

EP 86 10 8926

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int. Cl. 4)
Y	PATENTS ABSTRACTS OF JAPAN, Band 7, Nr. 203 (M-241)[1348], 8. September 1983; & JP-A-58 101 034 (YOKOHAMA GOMU K.K.) 16-06-1983	13	C 06 B 21/00 C 06 B 45/10 B 30 B 11/00
A	Idem	14	
Y	DE-A-2 825 349 (C. & W. BERGES MASCHINENFABRIK) * Figur 3; Anspruch *	13	
A	US-A-2 939 176 (B.R. ADELMAN)		
A	US-A-4 120 709 (J.W. HAMNER et al.) * Insgesamt *	1,3-5	
A	US-A-4 156 700 (M. TREMBLAY et al.) * Zusammenfassung *	1,3-5, 7	
A	US-A-3 948 698 (D.E. ELRICK et al.) * Ansprüche *	1,3-5	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt.			
Recherchenort DEN HAAG		Abschlußdatum der Recherche 05-11-1986	
		Prüfer SCHUT, R.J.	
<b>KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE</b> X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze		E : älteres Patentedokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus andern Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	



Europäisches  
Patentamt

# EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

0208983  
Nummer der Anmeldung

EP 86 10 8926

Seite 2

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE		
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch
A	US-A-3 269 880 (M. VISNOV et al.) * Ansprüche 1,8-10 *  -----	1,2,4,6
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt.		
Recherchenort DEN HAAG		Abschlußdatum der Recherche 05-11-1986
		Prüfer SCHUT, R.J.
<b>KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE</b> X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus andern Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument		

EPA Form 1503 03 82